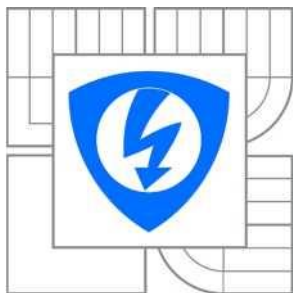


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

## PENILNÍ PLETYSMOGRAFIE

PENILE PLETHYSMOGRAPHY

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

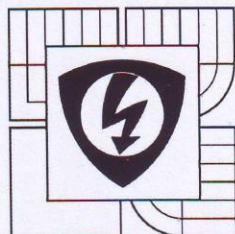
ZUZANA KOUDELKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN HROZEK

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav biomedicínského inženýrství

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
Biomedicínská technika a bioinformatika

**Student:** Zuzana Koudelková

**Ročník:** 3

**ID:** 136475

**Akademický rok:** 2012/13

**NÁZEV TÉMATU:**

## Penilní pletysmografie

### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1) Provedte literární rešerši v oblasti pletysmografie, zvláště pak penilní pletysmografie (PPG) a vulvopletysmografie. 2) Na základě informací od odborného konzultanta stanovte nedostatky stávajícího diagnostického systému, používaného na sexuologickém oddělení (SO) FN Brno. 3) Navrhněte a zkonstruuje zkušební PPG snímač založeného na principu piezoelektrického krystalu a ve spolupráci se SO FN Brno proveďte zkušební měření pro ověření funkčnosti snímače. 4) Sestavte podnětovou sadu a vytvořte diagnostický systém pro diagnostiku homo/hetero sexuality. Použijte programové prostředí LabView. 5) Měření porovnejte dosažené výsledky Vámi vytvořeného diagnostického systému se stávajícím systémem SO FN Brno. 6) Ve spolupráci s SO FN Brno rozšiřte podnětovou sadu pro diagnostiku dalších deviací a proveďte srovnávací měření se stávajícím systémem. 7) Diskutujte dosažené výsledky v porovnání se stávajícím systémem.

### DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] WEISS, Petr. Sexuologie. 1.vyd. Praha: Grada, 2010, ISBN 978-802-4724-928  
[2] PAVLOVSKÝ, Pavel. Soudní psychiatrie a psychologie. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009, ISBN 978-802-4726-182.

**Termín zadání:** 11.2.2013

**Termín odevzdání:** 31.5.2013

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Hrozek

**Konzultanti bakalářské práce:** doc. Ing. Jana Kolářová, Ph.D.



prof. Ing. Ivo Provazník, Ph.D.  
předseda oborové rady

### UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.



## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se soustředí na metody, které zkoumají objemové změny pohlavních orgánů (zvláště tedy na objemové změny v mužském pohlavním údu). Tyto změny se totiž využívají v sexuální diagnostice. Nejčastějším typem vyšetření je zjištění sexuální preference u daného pacienta. Cílem této práce je tedy popsat, jak se změny zjišťovaly dříve a jak se dnes vyšetřují v běžné praxi. Zjistit jaké jsou jejich limity. A pokusit se sestavit nový typ senzoru, který by pomohl lépe vyhodnocovat objemové změny, a program v prostředí v LabVIEW, který naměřená data bude zobrazovat a ukládat.

## **Klíčová slova**

Penilní pletysmografie, vulvopletysmografie, poruchy sexuální preference, sexuální dysfunkce, piezoelektrický jev, piezoelektrický snímač, LabVIEW, zesilovač.

## **Abstract**

This bachelor's thesis focuses on methods that examine volumetric changes of genital organs (especially for volume changes in male sexual limb). These changes are used in the sex diagnosis. The most common type of examination is to determine sexual preference of the patient. The aim of this work is to describe how have been the changes investigated previously and how they are investigating in the routine practice now. Find out which are their limits. Try to build a new type of sensor which could help to better evaluate the volume changes. And try to create a program in LabVIEW environment in which the measured data is displayed and stored.

## **Keywords**

Penile plethysmography, vulvoplethysmography, disorders of sexual preference, sexual dysfunction, piezoelectric effect and piezoelectric sensor, LabVIEW, amplifier.

KOUBELOKOVÁ, Z. *Penilní pletysmografie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 47 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Hrozek.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Penilní pletysmografie jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009Sb.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

## PODĚKOVÁNÍ

Velké poděkování patří mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Hrozkovi za odbornou a pedagogickou pomoc, cenné rady, trpělivost a čas věnovaný konzultacím. Ráda bych zde poděkovala paní primářce MUDr. Petře Sejblové za rady. A velice děkuji panu doc. Ing. Milanu Chmelařovi, CSc., za odbornou pomoc.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

## OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Definice a historie .....	10
2.1	Definice .....	10
2.2	Histories .....	10
3	Anatomie pohlavních orgánů.....	12
3.1	Anatomie mužských pohlavních orgánů .....	12
3.2	Anatomie ženských pohlavních orgánů.....	13
4	Sexuální dysfunkce a poruchy sexuální preference .....	14
5	Elektrokapacitní pletysmograf.....	15
5.1	Provozní podmínky a parametry .....	15
5.2	Snímač .....	15
5.3	Teorie měření.....	16
5.4	Výpočet velikosti snímače.....	16
5.5	Nedostatky stávajícího diagnostického systému .....	17
6	Průběh vyšetření.....	19
7	Piezoelektrický jev.....	20
8	Sestavení snímače .....	22
8.1	Piezoelektrický snímač .....	22
8.2	Výsledky měření.....	22
8.2.1	Senzor typu piezo film .....	22
8.2.2	Senzor typu klasický piezoměnič bez pouzdra .....	23
8.2.3	Výsledky měření s klasickým piezoměničem bez pouzdra.....	23
9	Zesilovač .....	25
9.1	Sestavení zesilovače .....	25
9.2	Součástky.....	26
9.3	Zabezpečení.....	29
10	Podnětová sada.....	30
10.1	Podnětová sada – homo/hetero sexualita.....	30
10.2	Podnětová sada - deviace.....	32

11	Programové prostředí LabVIEW .....	34
12	Realizace programu.....	35
12.1	Blokové schéma.....	35
12.2	Čelní panel.....	36
12.2.1	Čelní panel – Měření PPG.....	36
12.2.2	Čelní panel - Podněty .....	36
12.3	Blokový diagram .....	36
12.3.1	Blokový diagram – Měření PPG .....	36
12.3.2	Blokový diagram – Podněty.....	37
13	Měření a jeho vyhodnocení.....	40
13.1	Průběh měření.....	40
13.2	Vyhodnocení.....	40
13.2.1	Vyhodnocení sady devíace .....	40
13.2.2	Vyhodnocení fyziologické sady .....	42
13.2.3	Shrnutí měření .....	43
14	Závěr .....	44
	Seznam použité literatury .....	46

## Seznam obrázků

Obrázek 1:	Falopletysmografický přístroj, uložený v Praze v Bohnicích [7] .....	11
Obrázek 2:	Mužské pohlavní orgány [4] .....	12
Obrázek 3:	Foto snímače na sexuologickém oddělení ve FN Brno .....	18
Obrázek 4:	Náhradní zapojení senzoru s napět'ovým režimem .....	20
Obrázek 5:	Snímač s piezo filmem .....	22
Obrázek 6:	Senzor s klasickým piezoměničem bez pouzdra .....	23
Obrázek 7:	Neinvertující zesilovač [10].....	25
Obrázek 8:	Schéma zapojení zesilovače .....	26
Obrázek 9:	Zesilovač.....	27
Obrázek 10:	Zapojený zesilovač .....	28
Obrázek 11:	Celkové zapojení .....	28

Obrázek 12: Obrázek F1 [16] .....	31
Obrázek 13: Obrázek F5 [18] .....	31
Obrázek 14: Obrázek F25 [17] .....	32
Obrázek 15: Obrázek D [19] .....	33
Obrázek 16: Karta NI USB-6211 [20] .....	34
Obrázek 17: Bloková schémata programů .....	35
Obrázek 18: Čelní panel programu Měření PPG v off-line módu .....	36
Obrázek 19: Měření PPG - Block Diagram .....	37
Obrázek 20: Podnět - Block Diagram .....	39
Obrázek 21: Graf PPG [7] .....	40
Obrázek 22: PPG-křivka: deviace I. část .....	41
Obrázek 23: PPG-křivka: deviace II. Část .....	41
Obrázek 24: PPG-křivka: Fyziologické I. Část .....	42
Obrázek 25: PPG-křivka: Fyziologické II. Část .....	43



# 1 Úvod

Penilní pletysmografie je pomocná diagnostická metoda při sexuologickém vyšetření. Nejčastěji se využívá ke zjištění sexuální preference mužů.

Druhá kapitola této práce je věnována vysvětlení pojmů týkajících se pletysmografie a její historii. V dalších kapitolách je popsáno, jak vypadají a fungují lidské pohlavní orgány a jaké jsou sexuální dysfunkce.

Pátá je věnována snímačům, které se při penilní pletysmografii využívají. V šesté až osmé kapitole je rozebrána problematika senzorů, které budu využívat pro sestavení snímače pro penilní pletysmografii a následně také to, jak byl daný snímač sestaven.

Cílem bakalářské práce bylo zjistit nedostatky stávajícího diagnostického systému, který se využívá ve Fakultní nemocnici Brno, sestavit prototyp snímače s využitím piezoelektrického krystalu pro vyšetření penilní pletysmografie (PPG). Vytvořit podnětové sady pro diagnostiku homo/hetero sexuality a podnětovou sadu pro diagnostiku deviací. Dále využít programové prostředí LabVIEW, které by umožňovalo snímání PPG signálu.

## 2 Definice a historie

### 2.1 Definice

Pletysmografie je definována jako vyšetřovací metoda založená na záznamu objemových změn orgánů (tyto změny jsou důsledkem proměnlivého prokrvení, lidský organismus tyto změny reguluje). Existuje několik druhů pletysmografií. Například celotělová pletysmografie umožňuje měřit nitrohruční objemy, tato metoda se využívá k diagnostice funkce plic. Penilní pletysmografie nebo jiným názvem falopletysmografie měří změny velikosti mužského pohlavního údu, využívá se v lékařské praxi jako pomocná diagnostická metoda na určení různých sexuálních odlišností u mužů. Vzhledem k tomu, že výsledky z této metody nelze považovat za stoprocentně spolehlivé, je v odborné veřejnosti přijímána pouze jako metoda pomocná. Podle sexuologa Petra Weisse (kniha Sexuologie) se spolehlivost této metody pohybuje v rozmezí 38-98 %. Podle něho jsou důvodem tohoto rozptylu rozdílná kritéria a nestejné testovací podmínky (různé stimulační materiály a přístrojové vybavení) [7].

Obdobnou metodou je také vulvopletysmografie, tato metoda zaznamenává ženské sexuální vzrušení na určité podněty. Obě tyto metody jsou pouze pomocné při diagnostice sexuálních parafíí. Důvodem je výše zmíněná limitace přístroje. Aby bylo vyšetření plnohodnotné, tak pacient vyplňuje dotazníky, které jsou na toto téma zaměřené, a účastní se rozhovorů se sexuologem, který celé vyšetření vyhodnocuje. Sexuální pletysmografické vyšetření není definováno zákonem. Toto vyšetření ordinuje lékař dle klinického stavu pacienta. Při tomto vyšetření je nutné, aby pacient spolupracoval [7].

### 2.2 Historie

Vynálezcem přístroje, který měří sexuální vzrušení u mužů, byl Kurt Freund. Tato metoda byla poprvé předvedena v 50. letech minulého století v Československu. Pan Freund v 60. letech emigroval do Kanady, kde pokračoval ve svém výzkumu. Na začátku všeho vycházel z všeobecné teorie, že při erekci se zvětší objem penisu díky krvi, kterou se plní. Přístroj byl původně zkonstruován na rozlišení heterosexuálních a homosexuálních mužů. Při vyšetření si první pacient prohlížel akty mužů a žen, aby se zjistilo, jakému pohlaví dává přednost. Dnes se při vyšetření používají podnětové sady, ty mohou být vizuální, ve formě videa nebo auditivní. Avšak na každém pracovišti se využívá jiná podnětová sada. Na Freunda navázali další odborníci na sexuologii a snažili se vytvořit lepší zařízení pro snímání sexuálních odezev. Nynější praxe využívá tři typy přístrojů a to objemový pneumatický falopletysmograf Freundův, elektrokapacitní falopletysmograf Figarův a cirkumferenční falopletysmograf Hadravského. Objemový pneumatický falopletysmograf Freundův pracuje na zaznamenávání změny náplně penisu pneumaticky přenosem na kapalinu. Ta na stupnici ukazuje objemové změny pohlavního údu. Jeho předností je, že tyto objemové změny jsou skutečné změny objemu náplně topořivých těles penisu. Cirkumferenční falopletysmograf

zaznamenává průměr pohlavního údu nebo může zaznamenávat jeho obvod. Snímač je ve tvaru kleští (kleště jsou jakoby rozevřené) s cívkou a jádrem elektromagnetické cívky, to se nachází na ramenech. Elektrické proudy, které tam vznikají, se zesilují a registrují. Elektrokapacitní snímač se využívá na sexuologické oddělení ve FN Brno a jeho detailní popis je zařazen v páté kapitole [5], [7].

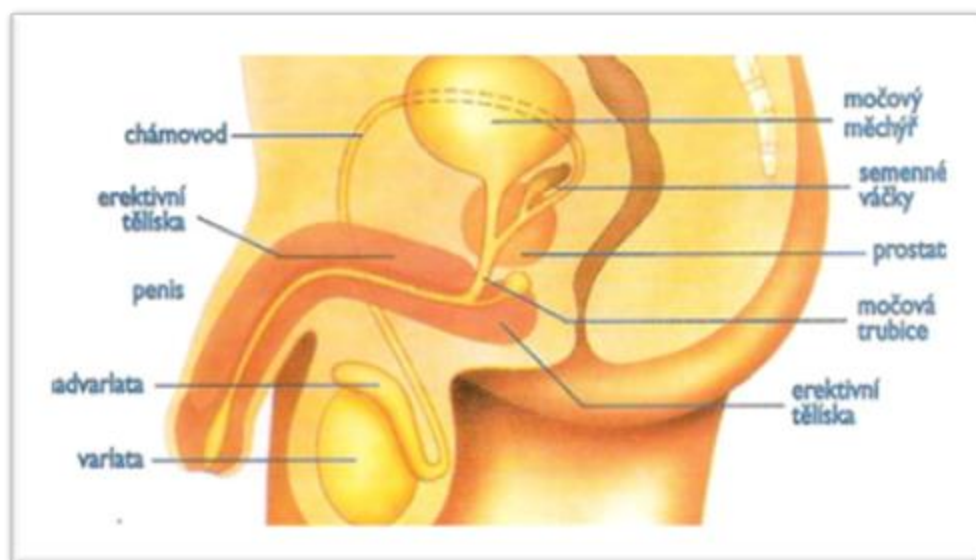


**Obrázek 1: Falloplethysmografický přístroj, uložený v Praze v Bohnicích [7]**

### 3 Anatomie pohlavních orgánů

#### 3.1 Anatomie mužských pohlavních orgánů

Hlavní funkcí mužských pohlavních orgánů jsou tvorba pohlavních buněk, pohlavních hormonů a kopulace. Mužské pohlavní orgány se dělí na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní pohlavní orgány patří varle, nadvarle, tříselný kanálek, chámovod a přídatné pohlavní žlázy. Do vnějších řadíme šourek a penis. V šourku jsou uložena varlata, kde probíhá spermiogeneze (tvorba spermií), tyto spermie jsou poté uloženy v nadvarlatech. Důležité prostředí pro spermie – semennou plasmu vytvářejí přídatné pohlavní žlázy. Kopulační orgán muže je pyj, slouží také k vypuzení moči ven z těla. Penis se skládá ze tří základních částí a to kořene, těla a žaludu, ten překrývá předkožka. Vnitřkem penisu prochází močová trubice. Močovou trubici obaluje houbovité těleso. Penis se dále ještě skládá ze dvou topořivých těles, která umožňují jeho erekci. Během erekce je odtok krve žilami omezen, naopak je zvýšen přítok krve z tepen. V topořivých tělesech se nachází dutinky, které jsou během erekce touto krví vyplněné, a celý objem pyje se zvětšuje. V neztopořeném stavu je délka pyje kolem 8-10 cm a ve ztopořeném asi 14-16 cm. Délka je samozřejmě u každého muže jiná. U některých mužů se penis více protahuje do šířky u jiných více do délky. Tato fyziologická zvláštnost je jedním z problémů u falopletysmografického měření [1].



Obrázek 2: Mužské pohlavní orgány [4]

Erekce u muže nejčastěji nastává na vnější vizuální podnět (naopak u ženy vzrušení nastává nejen na vizuální, ale velice záleží i na sluchovém podnětu). Erekce penisu je u koitu navozena přímými vlivy z mechanoreceptorů genitálu a také vlivy z vyšších nervových ústředí. Tento reflexní děj je ovládán z parasympatického erekčního centra, to se nachází v sakrální míše. Další děje napomáhající erekci jsou řízeny pomocí sympatiku-do emise patří

kontrakce hladkého svalstva, poté se v zadní části močové trubice spojí všechny složky ejakulátu a dojde ke stahu svěrače močového měchýře. Na emisi ihned navazuje ejakulace. Pomocí stahu musculus bulbocavernosus je ejakulát vypuzen ven z těla. Někteří muži mají s erekcí problémy, jde o neschopnost ztopoření jejich pohlavního údu. Tyto problémy mohou být, jak fyziologické, tak i psychické [8].

### **3.2 Anatomie ženských pohlavních orgánů**

Jejich funkce je stejně jako u mužů tvorba gamet-pohlavních buněk, kopulace, tvorba pohlavních hormonů a navíc sem patří gravidita a samotný porod. Také se všeobecně dělí na vnější pohlavní orgány (poševní předsíň, velké stydké pysky, malé stydké pysky, poštváček, Venušin pahrbek) a vnitřní pohlavní orgány (vaječníky, vejcovody, děloha a pochva). Vaječníky jsou ženské pohlavní žlázy, ve kterých vznikají pohlavní buňky, které jsou často označovány jako vajíčka. Poševní předsíň je místo, kde vychází dvě trubice: močová trubice a vagina. Pochva nebo vagina je vlastně svalová trubice, jejíž délka je zhruba 8 cm a šířka 3cm. Před prvním pohlavním stykem se na začátku vagíny nachází panenská blána. Vagina je vyplněna velkým množstvím žlázek, které zajišťují lubrikaci pochvy při vzrušení. Klitoris neboli poštváček obsahuje topořivé těleso, které je při mechanické stimulaci schopné erekce, lze jím vyvolat orgasmus [1].

## 4 Sexuální dysfunkce a poruchy sexuální preference

Vyšetření falopletysmografické, případně vulvopletysmografické podstupuje pacient v rámci celkového sexuálního vyšetření. Důvodem k vyšetření mohou být jak poruchy sexuální preference, tak sexuální dysfunkce. Sexuálními dysfunkcemi jsou u žen nejčastěji nedostatek sexuální touhy až frigidita, porucha lubrikace, porucha orgasmu (nedostatek orgasmu). U mužů je to pak nízký sexuální apetit, selhání genitální odpovědi (poruchy erekce; u mužů bývá tato porucha nejčastěji označována jako porucha psychogenní), předčasná ejakulace, dysfunkční orgasmus. S těmito sexuálními poruchami pacient přijde do sexuologické ordinace, kde pacienta může být odeslán na vyšetření pomocí sexuologického pletysmografu. Vyšetření pomocí penilní pletysmografie (PPG) a vulvopletysmografie (VPG) sexuologům u těchto dysfunkcí pomáhá stanovit, jak daného pacienta správně léčit [3].

Na toto vyšetření po domluvě se sexuologem může být odeslán i pacient, který má poruchu sexuální preference, v tomto případě to nejčastěji bývá homosexualita. Pro společnost jsou nebezpečné ostatní poruchy sexuálních preferencí, do nichž patří: exhibicionismus, pedofilie a sadomasochismus. Sadomasochismus se dále dělí na sadismus a masochismus. Erotický zájem sadistů je zaměřen na agresi vůči sexuálním objektům. Pro praxi je důležité sadismus rozdělit na více podskupin a to na sadismus fetišistický, pseudopedagogický a agresivní. Kdežto erotický zájem masochistů je agresivita, která směřuje proti sobě samému. Pro společnost jsou nejvíce nebezpeční pseudopedagogičtí sadisté (jejich erotickým cílem jsou děti a pubescenti), dále pak agresivní sadisté [9].

Pachatele trestních činů, jako je znásilnění či sexuální zneužití u dětí, jsou často sexuologem odesláni právě na PPG vyšetření, bez ohledu na to, že trestný čin jim byl prokázán. Toto vyšetření zpravidla podstupují vícekrát, aby se ukázalo, zda má léčba správný účinek [9].

## 5 Elektrokapacitní pletysmograf

### 5.1 Provozní podmínky a parametry

Na sexuologickém oddělení v nemocnici FN Brno využívají sexuologický pletysmograf (SPI). Toto zařízení vyrábí firma GETA v.o.s., která se stará o jeho údržbu a provoz. Sexuologický pletysmograf je elektrokapacitní. Přístroj mají povoleno používat jen speciálně vyškolené osoby. Musí se skladovat v suchých prostorech při teplotě 0 – 40 °C. Jeho údržba je vcelku jednoduchá, stačí po každém použití vydesinfikovat snímač ve tvaru spirály. Přístroj má za úkol snímat objemové změny pohlavních orgánů lidského těla (k zařízení se přikládají dva druhy snímačů, jeden pro penilní pletysmografii a druhý pro vulvopletysmografie). Objemové změny pohlavních údů jsou převáděny na změny vstupního elektrického napětí, pomocí citlivého elektrokapacitního snímače. Pomocí speciálního softwaru jsou poté vyhodnocovány. Firma GETA udává, že hlavní výhodou tohoto zařízení je jeho citlivost měření a také jednoduchá a rychlá příprava přístroje k měření [2].

Přístroj má dva měřicí kanály, PLG kanál (elektrokapacitní pletysmograf) a KRG kanál (měřič kožněgalvanických reakcí), a je dodáván se speciálním softwarem, který umožňuje zaznamenávat, zpracovávat a uchovávat naměřené výsledky. Pracovní frekvence PLG kanálu je 91 kHz, vstupní napětí na AD převodníku je 0 – 5 V. Na kapacitní snímač je k vyhodnocování signálů zapojen integrovaný obvod, k němuž je přes zesilovač a transformátor připojena snímací spirála. KRG kanál má pracovní napětí do 3 V a pracovní proud  $1,5 \cdot 10^{-6}$  A, rozsah odporu kůže je od 10 k $\Omega$  do 2000 k $\Omega$ . Tento kanál je tvořen dvěma elektrodami, které se při vyšetření připevní do dlaně pacientovi ruky. Místo, kam se elektroda vkládá, musí být potřeno gelem. Výstupní napětí tohoto kanálu odpovídá odporu tkáně, kterou měří. Tkání přitom protéká proud o velikosti 1,6  $\mu$ A, tento proud pacient nevnímá. Výstupní hodnoty z kanálů KRG a PLG jsou zobrazeny v grafickém prostředí příložného software a zobrazují se v reálném čase. Naměřená data se poté archivují. Přístroj má 12 - ti bitový A/D převodník s dvěma kanály. Přístroj je zapojen do sítě, kde je napětí 230V (50Hz), toto napětí je převedeno na 12 V pomocí vstupního síťového transformátoru. Zdrojová část přístroje je vložena do kovové skříně [2].

### 5.2 Snímač

Elektrokapacitní snímač pro penilní pletysmografii je tvořen z izolovaného drátu, který je poskládán do tvaru spirály. Se snímačem během měření nemá pacient dovoleno pohybovat. Firma z hygienického hlediska doporučuje, aby pacienti při vyšetření používali kondom. Samotný snímač je elektricky odstíněn, aby nedocházelo ke vzniku pohybových artefaktů. Pacient by se samozřejmě během vyšetření neměl výrazně pohybovat. Firma uvádí jako jednu z výhod tohoto přístroje jeho lehkost, takže by měl pacient při vyšetření mít co největší komfort [2].



### 5.3 Teorie měření

Tento přístroj funguje na základě zaznamenání a vyhodnocení změn elektrické kapacity kondenzátoru. Tato kapacita se vytváří mezi povrchem vyšetřovaného biologického objektu – první elektroda a snímačem - druhá elektroda. Pro měření firma využívá měřicího kmitočtu 50-100 kHz.

$$C = 0,08854 \frac{S}{d} \quad (1)$$

je vzorec pro výpočet kapacity plošného kondenzátoru se vzduchovým dielektrikem, kde  $S$  je plocha desek a  $d$  je vzdálenost desek. Takže když máme stále stejnou plochu  $S$ , tak se nám kapacita mění jen při změně veličiny  $d$ , tedy při změně vzdálenosti. Ke změně vzdálenosti dochází při změně velikosti penisu. Při jeho zvětšení se velikost  $d$  zmenší a dojde ke zvětšení kapacity a naopak. Další vztah nám určuje elektrickou kapacitu kondenzátoru, která vzniká mezi snímací elektrodou (vnější válec o poloměru  $R$ ) a mužským údem (vnitřní válec o poloměru  $r$  s délkou  $m$ ) a je při vzduchovém dielektriku definována jako:

$$C = 2\pi 0,08854 \frac{m}{\ln \frac{R}{r}} \quad (2)$$

a objem válce  $V$  – penisu, jenž je ve snímači, se vypočítá jako:

$$V = \pi r^2 m \quad (3)$$

[2].

### 5.4 Výpočet velikosti snímače

Správně určit, jakou velikost má mít snímač, je pro měření velice důležité, protože každý muž má jinou velikost penisu a pro jinou velikost je jiná kapacita. Velikost objemu válce se vypočítá podle vzorce 3, z tohoto vztahu lze určit, že výrazný vliv na hodnotu objemu má poloměr. Firma GETA došla po delších výpočtech, jak stanovit optimální velikost snímače, aby byla chyba, která nám při měření vzniká, co nejmenší. Na začátku vycházeli z předešlých vztahů a poté si definovali konstantu úměrnosti

$$\rho = \frac{r}{R}. \quad (4)$$

Tato konstanta udává vztah mezi poloměrem penisu (vnitřní válec) a poloměrem snímače  $R$  (vnější válec). V literárním zdroji [2] je výpočet poloměru snímače  $R$  slovně popsán: „v okolí bodu  $r_0 = 0,606$  (hodnota  $r$ , v bodě nulové derivace) bude při jednotkovém poloměru snímače  $R = 1$  hodnota kapacity  $C$  „necitlivá“ na malé změny poloměru  $r$ . Stejnou hodnotu má při  $R = 1$  i optimální hodnota konstanty úměrnosti. Po dosazení konstanty úměrnosti získáme obecně použitý vztah mezi  $r$  a  $R$  pro minimální chybu měření“ [2].

$$R = \frac{r}{0,606}. \quad (5)$$

Ovšem aby byl přístroj zatížen co nejmenší chybou, bylo by zapotřebí více snímačů, proto se pracovníci firmy GETA rozhodli tento problém vyřešit pomocí určení minimálního

a maximálního poloměru penisu. Ovšem v praxi je používán pouze jeden snímač, proto se lze domnívat, že tento výpočet nebude pro moji bakalářskou práci podstatným.

Podle knihy Soudní psychiatrie a psychologie [5] je nevýhodou elektrokapacitního přístroje, že elektrokapacitní změny, které přístroj zaznamenává, nejsou totožné s množstvím krve, kterou se při erekci plní topořivá tělesa.

## **5.5 Nedostatky stávajícího diagnostického systému**

Po rozhovoru s MUDr. Petrou Sejbaldovou, primářkou sexuologického oddělení FN Brno, bylo zjištěno několik nedostatků stávajícího diagnostického systému pro PPG vyšetření. Některé nedostatky se zdají být zásadní, a to takovým způsobem, že extrémně limitují správnost vyšetření. Z rozhovoru vyplynulo, že na diagnostický přístroj jsou kladeny vysoké nároky a někdy je opravdu nemožné všechny tyto požadavky skloubit dohromady tak, aby přístroj správně fungoval. Problémy stávajícího diagnostického systému bych rozdělila do dvou kategorií, a to na nedostatky na přístroji a nedostatky programové.

Hlavním nedostatkem snímače je jeho vhodná velikost. Velikost penisu je u každého muže jiná a tento rozdíl je často razantní. To je důvod, proč snímač nemůže vždy stoprocentně zachytit správné změny velikosti penisu, a proč neplní svoji funkci. Největším problémem jsou dle slov paní primářky klienti (pacienti), kteří mají větší tělesnou váhu a menší penis, a to proto, že těmto lidem musí pomáhat laborantky. Ovšem základní pravidlo pro měření je, aby si pánové, kteří podstupují toto vyšetření, nasadili snímač na svůj úd sami. Jelikož má snímač jen jednu velikost, může být vyhodnocení částečně zkresleno. Tento problém by mohl jít vyřešit jednoduše tím, že by se navrhlo více velikostí snímače a podle velikosti pohlavního údu by se u každého pacienta používal snímač, který by jeho proporcím, co nejvíce vyhovoval. Jako nejlepší řešení se jeví vytvořit tři univerzální velikosti tohoto snímače.

Jelikož jednou z podmínek vyšetření je, aby byl pacient plně uvolněn, tak musí být zachován komfort vyšetření. Diskomfort u snímání může ovlivnit vyšetření, protože se pacient nemusí plně soustředit na snímky, které jsou před ním promítány, ale na to, že mu snímač způsobuje jisté nepohodlí.

Další požadavek na přístroj je, aby se s ním dalo lehce manipulovat. Důvodem je, že mnoho pacientů může být mentálně narušeno.

Přístroj, který se používá na sexuologickém oddělení, zaznamenává změny penisu do šířky. Jde o klasické zpracování přístroje, neboť pánské přirození nemění pouze svoji velikost, ale také tvar (diverzitu) penisu (rozšiřování). Toto lze označit za další problém při vyhodnocování výsledků.

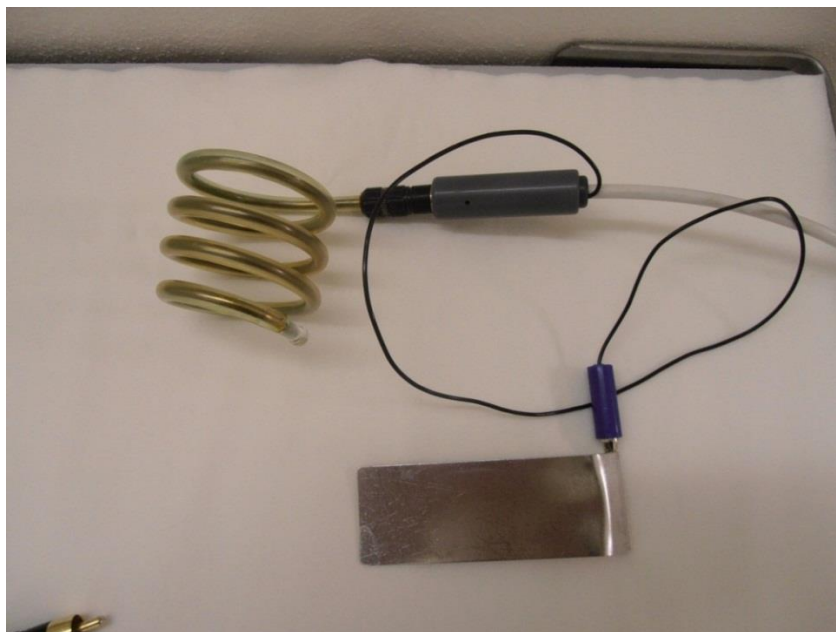
Nedostatky přístroje nejsou jen ryze technické, ale i hygienické. Snímač, který se ve FN Brno využívá, se nesmí dát do sterilizátoru, kde by byl vystaven vodě a následně vodní páře o teplotě cca 180°C. Tento snímač, který se nasazuje na mužský úd, se nemůže sterilizovat. Spirála se tedy po každém vyšetření pouze dezinfikuje. A jestliže pak jeden

z pacientů trpí, například hepatitidou typu C, musí se spirála vyměnit za novou. Stejný problém má také vulvometrický přístroj.

Dále byl zjištěn zajímavý fakt, a sice že kabel, který spojuje spirálu s přístrojem, bývá často měněn. Je to kvůli tomu, že mnozí pacienti si s tímto kabelem během vyšetření pohrávají. Zde vyvstává otázka, jak zabavit pacienty při vyšetření. Možným řešením by bylo, kdyby si pacienti během vyšetření hráli s antistresovým míčkem, který by jim mohl pomoci se psychicky uvolnit. Ovšem nelze stoprocentně zaručit, že by se poté dokázali plně soustředit na podnětovou sadu, která je jim promítána. Kvůli tomu mají snímače zabudovaný KGR kanál (měřič kožně galvanických reakcí). Výstup z něho nám udává věrohodnost spolupráce pacienta. Toto měření totiž umožňuje zaznamenat, zda se pacient na vyšetření soustředí. Výstup by se měl totiž měnit při orientačním reflexu, a tak by se měl změnit pokaždé, když se změní obraz ve spuštěné sadě.

Mezi problémy programu patří vyhodnocovací prostředí. Jako výstupní hodnota vyšetření je křivka grafu. Na y-ose se zaznamenává výška reakce a na x-ose se zaznamenává čas. Program také umí zaznamenat do grafu obrázky z podnětové sady. Samotné vyhodnocení křivky grafu provádí lékař osobně.

Dalším problémem je, že velikost měřítka na y-ose je nedostatečná.



**Obrázek 3: Foto snímače na sexuologickém oddělení ve FN Brno**

## 6 Průběh vyšetření

Jak už bylo zmíněno, tak na PPG vyšetření pacienta posílá odborný lékař. Před vyšetřením není potřeba ze strany pacienta žádné přípravy, nemusí ani držet sexuální půst. Avšak každá psychická zátěž (ať už je to stres, strach z vyšetření či nedostatek spánku) se na průběhu vyšetření projeví změnou citlivosti na snímek.

Vyšetření probíhá tak, že pacient se posadí na křeslo do oddělené místnosti a před sebou má monitor, na který se mu promítá podnětová sada. Sám si musí nasadit PPG snímač na svůj pohlavní úd a usadit se do křesla. Během vyšetření by se měl pacient, co nejvíce soustředit na snímky z podnětové sady a ničím jiným se nerozptylovat (zda se pacient dostatečně soustředím lze poznat pomocí měřiče kožně galvanických reakcí).

Obsluhu přístroje má na starosti laborantka, ta během měření může změnit citlivost přístroje a měnit vybrané snímky i jejich délku trvání. Obvykle se snímek zobrazuje po dobu 10s, ale každý pacient reaguje jinak, někdo může mít i zpožděné reakce, a tudíž nemůže být spuštěn další snímek, měření by pak bylo zkresleno. Laborantka tedy dává pozor a čeká, dokud nedojde ke snížení reakce na daný podnět. Teprve poté snímek změní. Když je reakce velká, může laborantka jako další vložit neutrální snímek (krajina, rybičky), aby se pacientovy reakce stačily uklidnit.

Rozmezí snímků během vyšetření je různé (20-45 snímků). Podle toho se také odvíjí čas vyšetření, ten bývá zpravidla kolem 45 minut. Je to z toho důvodu, aby nedošlo k únavě pacienta, což by další měření znehodnotilo. Na každém pracovišti se PPG natáčí v různých časových rozmezích.

Je nutno podotknout, že první měření bývá většinou zkresleno studem pacienta. Důležitý je také fakt, že i když použijeme stejnou podnětovou sadu na stejného pacienta, tak vždy získáme trochu jiné výsledky.

## 7 Piezoelektrický jev

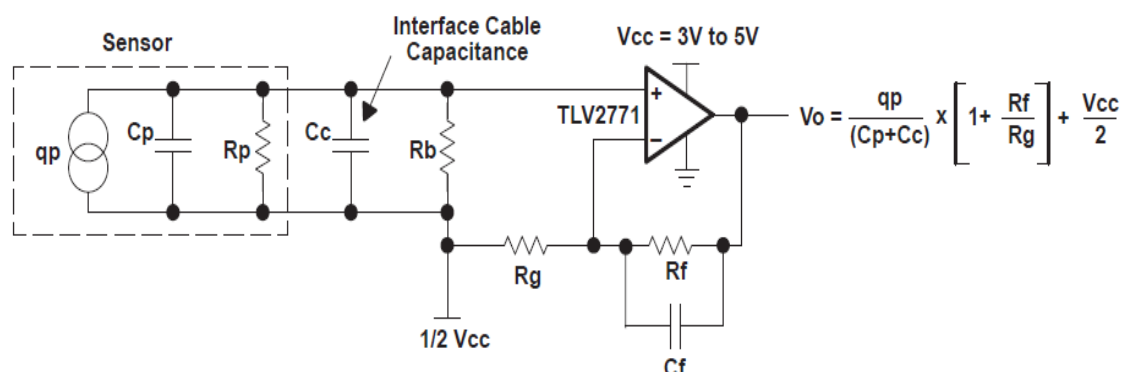
Piezoelektrický jev v roce 1880 objevili bratři Curiové a zpozorovali ho na krystalu turmalínu. Curiové zjistili, že na povrchu krystalu, při jeho stlačení vzniká elektrický náboj. Tento náboj je na povrchu krystalu pouze po dobu jeho stlačení [12].

Na principu piezoelektrického jevu se sestavují piezoelektrické snímače. V praxi se nejčastěji využívá krystalu křemene. Základní struktura křemene je hranol, osy  $x$  a  $y$  protínají hrany hranolu kolmo na podélnou (optickou) osu, osy  $x$  a  $y$  nazýváme osy elektrické. Takže, když se z křemene vyřízne destička a její hrany jsou rovnoběžné s osami, tak se vlivem sil působících kolmo na podélnou osu krystal zelektrizuje. Teorie piezoelektrického jevu je založena na principu lineárního vztahu mezi složkami vektoru elektrické polarizace a složkami mechanické deformace. Výhoda snímačů z krystalu křemene je, že křemen nenarušují kyseliny ani zásady [12].

Výstupní napětí snímačů je různé a může být od mikrovoltů až po stovky voltů. Proto se piezoelektrické senzory často zapojují se zesilovači. Typicky vysoká impedance snímače vyžaduje zesilovač s vysokým vstupním odporem. Zapojení piezoelektrického snímače se zesilovačem je ve dvou pracovních režimech: napět'ový režim a proudový režim. Napět'ový režim se využívá, když je zesilovač v těsné blízkosti snímače. V tomto režimu je výkon závislý na kapacitě. Pro práci je důležitý výpočet dolního mezního kmitočtu snímače pro zapojení v napět'ovém režimu. Vzorec pro jeho výpočet je:

$$f_L = \frac{1}{2\pi \frac{R_p R_b}{R_p + R_b} (C_p + C_c)} \quad (6)$$

Pro náš snímač platí dosazení následujících hodnot:  $C_p=13000$  pF (kapacita piezoelektrického měniče),  $R_b=100$  M $\Omega$  (to je odpor, který máme na vstupu impedančního transformátoru),  $C_c=500$  pF (kapacita propojovacího kabelu),  $R_p=100$  M $\Omega$  (odpor piezoelektrického měniče). Po dosazení těchto hodnot do výše uvedené rovnice, nám vychází, že  $f_L=0,245$  Hz. Dle návodu by měl být odpor  $R_b$  zvolen tak veliký, jak je to možné [15].



Obrázek 4: Náhradní zapojení senzoru s napět'ovým režimem

Piezoelektrické snímače se mimo jiné využívají v ultrasonografii, kde se zabudovávají do ultrazvukových sond, nebo se také využívají v mikrofonech, a také jako vysokotónové reproduktory [13].

## 8 Sestavení snímače

### 8.1 Piezoelektrický snímač

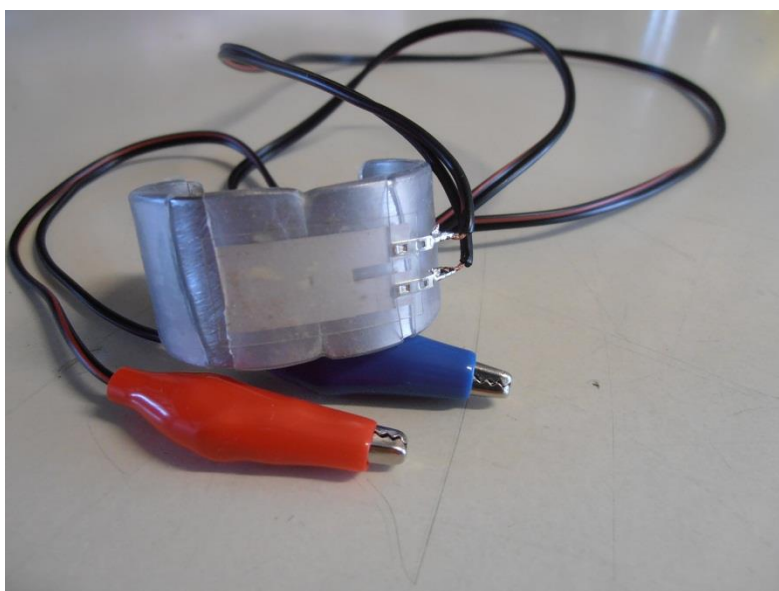
Kostra snímače je tvořena ze dvou kovových půlkruhů, na tyto půlkruhy je navlečena silikonová bužírka s průměrem 10 mm. Pod touto bužírkou je umístěn piezoelektrický snímač, který je pomocí dvoužilového elektrického kabelu připojen k zesilovači. Tento zesilovač je přes LabVIEW kartu připojen k počítači. V počítači bude probíhat další zpracování signálu. K sestavení tohoto snímače byly využity dva typy piezoelektrických senzorů, a to piezo film a piezoměnič bez pouzdra. Výhodou snímače s piezoelektrickým senzorem je, že k jeho chodu nepotřebujeme generátor vstupního napětí. Snímač funguje na principu toho, že při zvětšení velikosti penisu, se půlkruhy rozevrou. Tímto pohybem se deformuje piezoelektrický krystal a vzniká na něm náboj, který se snímá.

### 8.2 Výsledky měření

#### 8.2.1 Senzor typu piezo film

Parametry: maximální napětí je 60 V, pracovní teplota je v rozmezí -20 °C až 60 °C, kapacita 1500 pF. Jeho rozměry jsou 25 x 13 mm.

Po zkušebním měření byl zjištěn nedostatek, kvůli kterému nebyl senzor použit. Snímač totiž nezaznamenával pomalé změny. Reagoval však velmi dobře na rychlé změny. Jeho výchylka byla v řádech voltů.



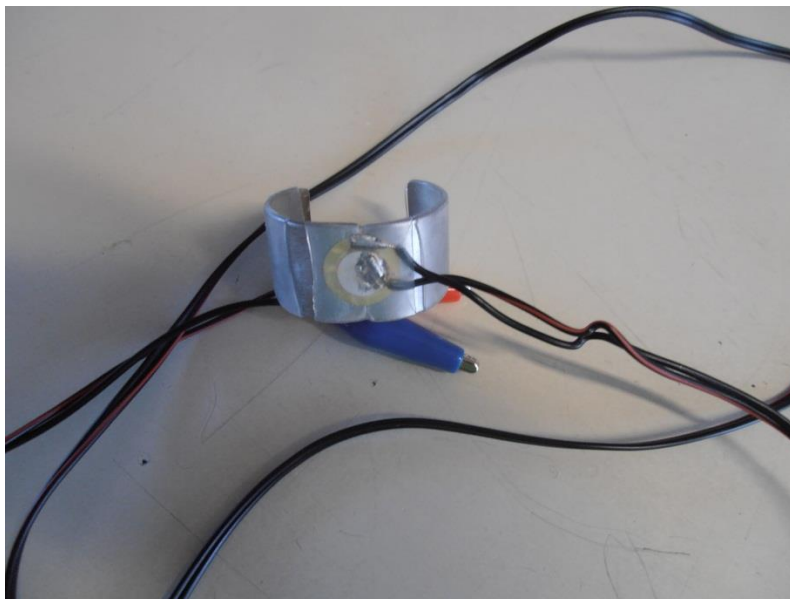
Obrázek 5: Snímač s piezo filmem



### 8.2.2 Senzor typu klasický piezoměnič bez pouzdra

Parametry: maximální napětí je 30 V, pracovní teplota je v rozmezí -20 °C až 60 °C, odpor 100 MΩ. Vnější průměr je 20 mm a vnitřní 16 mm.

Po zkušebním měření bylo zjištěno, že tento senzor reaguje dobře, jak na pomalé, tak i na rychlé změny a jeho výchylka je v obou případech dostatečně velká. Takže lze pomocí tohoto senzoru dobře snímat i malé objemové změny, které nastávají při vzrušení v mužském pohlavním údu. Proto byl tento senzor využit na sestavení snímače pro penilní pletysmografii.



Obrázek 6: Senzor s klasickým piezoměničem bez pouzdra

### 8.2.3 Výsledky měření s klasickým piezoměničem bez pouzdra

Na dobrovolníkovi bylo vyzkoušeno, zda snímač s klasickým piezoměničem funguje. Snímač byl nasazen dobrovolníkem na jeho pohlavní úd. Výstup snímače byl zobrazován pomocí multimetru UT60E. Na monitoru počítače se dobrovolníkovi promítaly předem sestavené obrazové podněty (ženské a mužské akty). Během zkušebního měření byl dobrovolník v klidu, takže motorické pohyby nezpůsobovaly chyby v měření. Avšak negativní vliv na měření měla dobrovolníková psychika (stud).

Výsledky měření za pomoci multimetru UT60E byly dostatečné pro rozhodnutí použít právě tento senzor pro sestavení snímače pro penilní pletysmografii. Výsledky na různé podněty se pohybovaly mezi hodnotami 5 mV až 20 mV. Obrázky aktů nejsou z etických důvodů uvedeny v příloze, ale jsou dostupné na vyžádání u vedoucího práce.

**Tabulka 1: Naměřené hodnoty napětí v závislosti na typ podmětu**

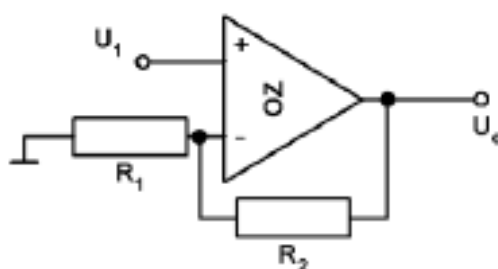
Obrázek	mužský akt	krajinka	zvíře	ženský akt 1	ženský akt 2
U [mV]	0,1	0	0	15	25

Po zkušebním měření snímače bylo zjištěno, že jeho odezva je přijatelná, ale rozhodli jsme se zvýšit jeho citlivost. Toho jsme dosáhli pomocí sestrojení zesilovače. Tento zesilovač byl poté připojen mezi snímač a počítač.

## 9 Zesilovač

### 9.1 Sestavení zesilovače

Zesilovač je elektrické zařízení, které je použito pro zvýšení snímaného signálu. Jeho základním prvkem je operační zesilovač. Základní vlastnosti ideálních operačních zesilovačů jsou: mají nekonečně vysokou hodnotu napětového zesílení, nulovou hodnotu výstupní impedance, nekonečně vysokou hodnotu vstupní impedance a nulový šum. Na obrázku číslo 8 je vidět schéma zapojení pro zesilovače. Tento zesilovač je vyroben pro snímání PPG signálu pomocí piezoměniče bez pouzdra. Na následujícím obrázku je schéma neinvertujícího zesilovače.

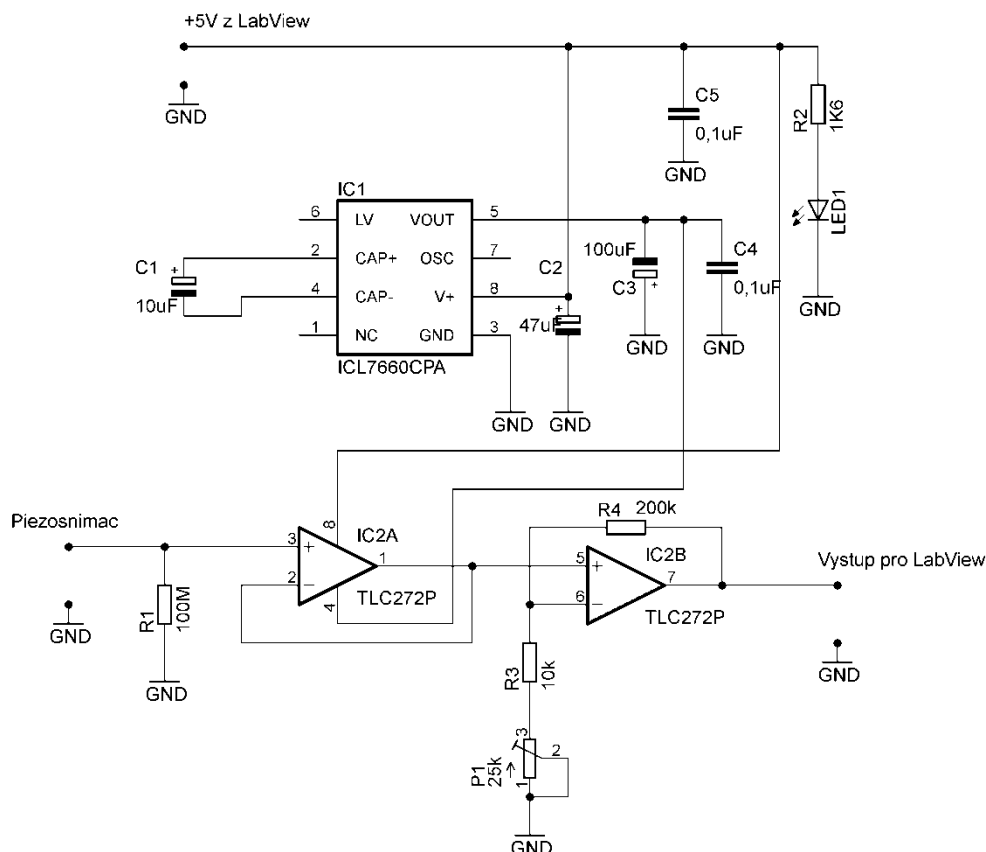


Obrázek 7: Neinvertující zesilovač [10]

Jeho rozdílové zesílení se vypočítá podle následujícího vzorce:

$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (7)$$

[10].



**Obrázek 8: Schéma zapojení zesilovače**

Piezoelektrický senzor má vysokou impedanci, a proto se používají zesilovače s vysokým vstupním odporem. Tento zesilovač má dva vstupy a jeden výstup. Prvním vstupem je k zesilovači připojen snímač, druhý vstup je připojen k měřicí kartě LabVIEW, která ho zároveň napájí 5 V. Výstup se je připojen opět k měřicí kartě LabVIEW.

## 9.2 Součástky

V zesilovači je použita LED dioda, která signalizuje stav, kdy je zesilovač napájen. Její napětí  $U_{LED}$  je 1,8 V a proud, který jí za provozu protéká je 0,002 A. Celý zesilovač je napájen napětím  $U_{nap} = 5$  V. Toto napájení lze zprostředkovávat přímo přes kartu LabVIEW, která se pomocí USB připojí k počítači. Odpor  $R1$  je vstupním odporem, jeho velikost je 100 MΩ. Slouží k tomu, aby vstup signálu byl nastaven na nulu. Velikost odporu  $R2$  je 1,6 kΩ, tato velikost plyne z rovnice:

$$R2 = \frac{U_{nap} - U_{led}}{I_{led}} = \frac{5 - 1,8}{0,002} = 1,6 \text{ k}\Omega. \quad (8)$$

Další odpory jsou o velikostech:  $R3 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R4 = 200 \text{ k}\Omega$ . Do obvodu je připojen i cermetový trimer (potenciometr), který umožňuje nastavit citlivost zesilovače, jeho maximální hodnota je rovna 25 kΩ. Velikost kondenzátoru jedna je doporučena výrobcem v katalogovém listu, tedy  $C1 = 10 \mu\text{F}$ , tato součástka stejně jako kondenzátory s označením  $C2$  a  $C3$  jsou radiální. Kondenzátor  $C4$  je keramický, jeho velikost je 0,1  $\mu\text{F}$ . Kondenzátor  $C4$

je paralelně spojen s kondenzátorem C3. Jeho doporučená velikost výrobcem je minimálně 10  $\mu\text{F}$ . My jsme zvolili velikost 100  $\mu\text{F}$  (kvůli paralelní kombinaci s 0,1  $\mu\text{F}$ ). Kondenzátor C2 slouží k blokování napájení z LabVIEW (potlačí rušení počítače), proto byla zvolena hodnota 47  $\mu\text{F}$ . Dále je v obvodu zapojen měnič napětí ICL7660 a poslední součástkou je operační zesilovač (MOSFET) TLC272. Celková bilance proudu v obvodu je vypočítána na hodnotu 4,165  $\mu\text{A}$ .

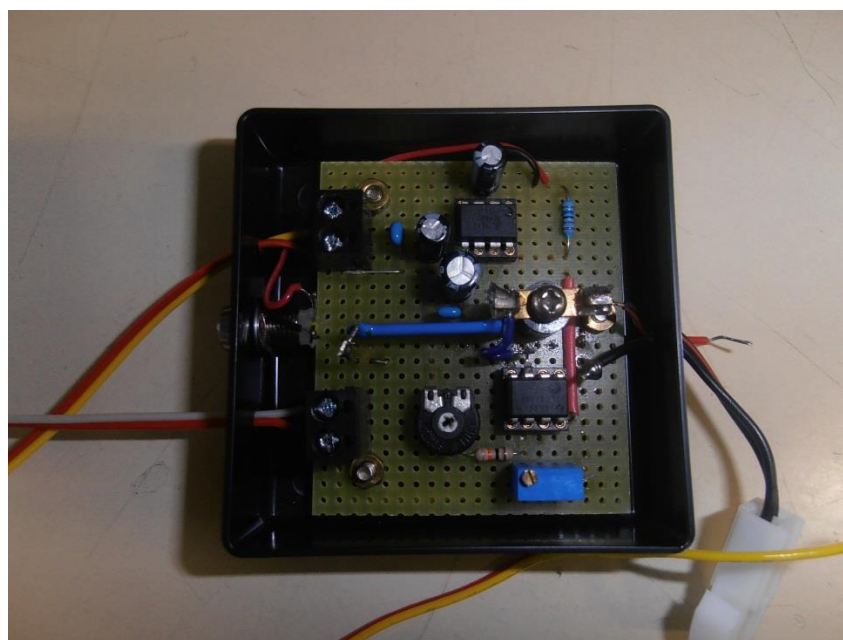
Podle výše uvedeného vzorce byla vypočítána maximální a minimální hodnota zesílení:

$$A_{\max} = 1 + \frac{R_4}{R_3} = 1 + \frac{200000}{25000} = 201 \quad (9)$$

$$A_{\min} = 1 + \frac{R_4}{R_3 + P} = 1 + \frac{200000}{26000} = 8,69 \quad (10)$$

Maximální zesílení je tedy 201x a minimální 8,69x. Toto zesílení lze redukovat pomocí trimru. Když se šroubem otáčí doleva, tak se snižuje citlivost zesilovače, doprava se citlivost zvyšuje. S ohledem na konstrukci zesilovače se neuplatní svodový odpor plošného zdroje ani patice u TLC272 zesilovače (jeho třetí noha je vyvedena ven).

Fotografie již sestaveného a zabudovaného snímače do krabičky je na obrázku číslo 9.

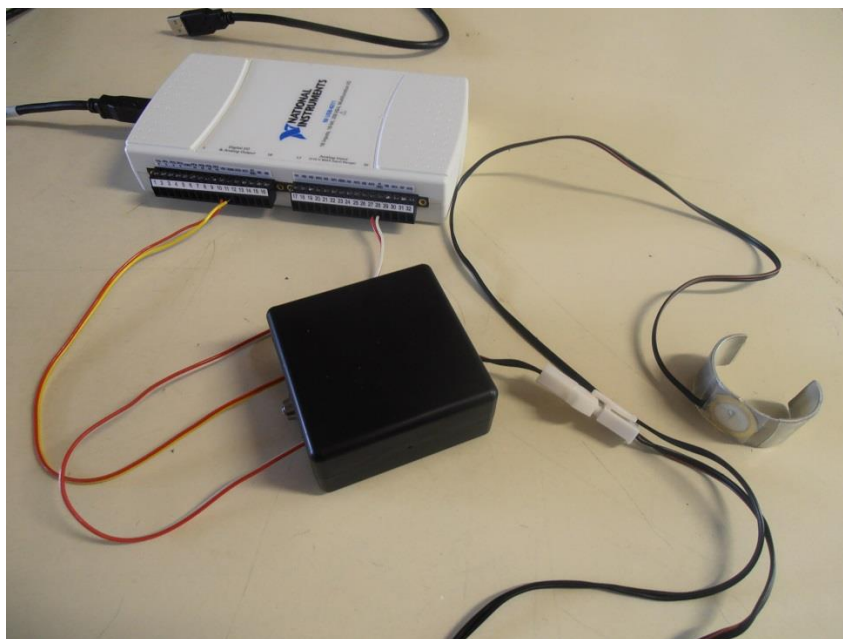


**Obrázek 9: Zesilovač**

Snímač se k zesilovači připojí pomocí konektoru. Díky konektoru můžeme vyměnit snímače o různých velikostech. Předpokládáme totiž, že nejvíce vhodné by bylo mít alespoň tři různé velikosti PPG snímače a podle velikosti mužského údu zvolit i správnou velikost snímače. PPG snímač se zesilovačem se poté připojí ke kartě LabVIEW pomocí svorkovnice. Spojení mezi kartou a počítačem je zprostředkováno USB portem.

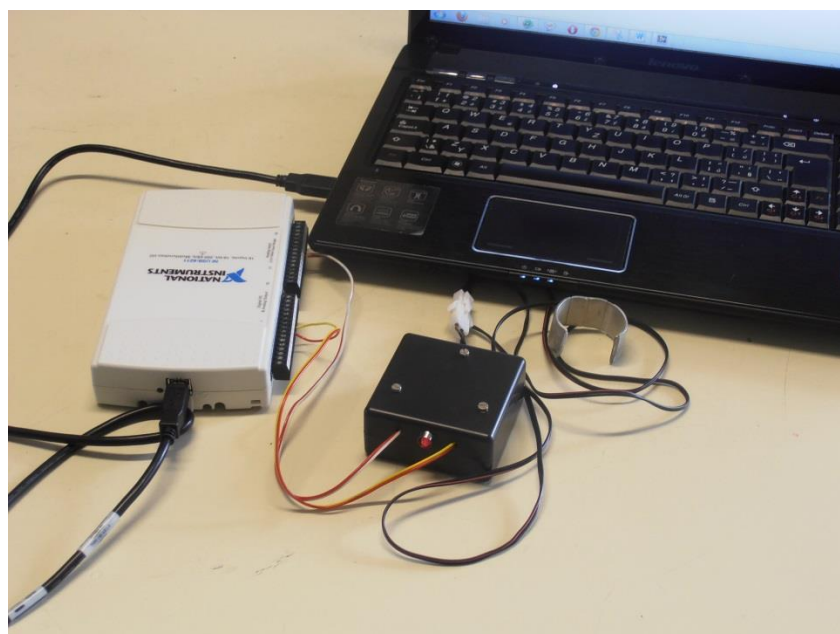
Přístroj připojený k zesilovači byl v laboratoři pomocí rukou experimentálně testován za využití osciloskopu.

Na obrázku číslo 10 je fotografie již zapojeného snímače a zesilovače do karty LabVIEW.



**Obrázek 10: Zapojený zesilovač**

Na následujícím obrázku je vyfoceno zapojení celého měřicího setu do počítače. Pokud je vše správně zapojeno, tak na kartě LabVIEW bliká zelená kontrolka a na zesilovači se rozsvítí červená LED dioda.



**Obrázek 11: Celkové zapojení**

### **9.3 Zabezpečení**

Zabezpečení každého zdravotnického přístroje se řídí normou ČSN 60 601.1. Zabezpečení přístroje je důležité, aby se neohrozil zdraví a život pacienta. Jak bylo zmíněno výše, PPG snímač vyrobený pomocí piezoměniče nepotřebuje napájení z elektrického zdroje. Piezoměnič je pasivní elektrická součástka. Zesilovač je napájen 5 V přes USB kartu LabVIEW.

Snímač bude připojen pomocí karty LabVIEW k notebooku. Důležitou podmínkou pro ochranu zdraví pacienta je, aby notebook nebyl během měření připojen k elektrické síti a byl napájen jen z vlastního akumulátoru.



## 10 Podnětová sada

### 10.1 Podnětová sada – homo/hetero sexualita

Jak je uvedeno v první kapitole, falopletysmografie byla vyvinuta jako metoda, která měla za cíl odhalit objekt mužské sexuality. V době povinné základní vojenské služby se mnoho mladých mužů snažilo této povinnosti vyhnout. Proto jako svůj sexuální chtíč označovali další muže, což bylo v té době velkým problémem, který vedl k prominutí vojenské služby [5], [7].

Pacient během PPG vyšetření má za úkol sledovat podnětovou sadu, která pouze pomocí vizuální stimulace, působí na pacienta. Jeho reakce se snímají pomocí předem vytvořeného snímače. S pomocí volně dostupných internetových stránek byla sestavena podnětová sada pro diagnostiku homosexuality/heterosexuality. Tato vytvořená sada se skládá z 30 fotografií, kdy každá z nich se zobrazí na monitoru po dobu 16 vteřin. Tato doba je zvolena podle rady ze sexuologického oddělení. Jako první fotografie byl použit obrázek rybiček. Tato první fotografie nám dává čas pro zapnutí obou programů, a zároveň má mít uklidňující vliv. Záměrem je uklidnění pacienta. Předpokládá se, že první měření pomocí PPG snímače může být pro pacienta stresující a nemusí přinést kýžené výsledky.

Podle informací paní primářky Sejblové můžou být někteří pacienti méně citliví nebo jejich reakce na daný podnět mohou být zpomalené. Z toho důvodu je řazení obrázků následující: obrázky jsou seskupeny do dvou skupin, nejprve obrázky pro heterosexualitu a poté obrázky pro homosexualitu. A to vždy tak, že každá skupina začíná méně sexuálními podněty, které ke konci gradují. V první fázi mají na sobě objekty spodní prádlo, a poté jsou již bez oblečení. V první skupině je také řazení dáno tak, že ze začátku jsou na snímcích jen ženy a poté akt mezi mužem a ženou, aby bylo jasné, že reakce je právě na ženskou část stimulu.

Jako příklad budou uvedeny některé obrázky z podnětové sady (pod názvem F1, F3, F25). Obrazové podněty nebudou z etických důvodů k práci přiloženy. Na požádání jsou k dispozici u autora práce.



**Obrázek 12: Obrázek F1 [15]**



**Obrázek 13: Obrázek F5 [18]**



**Obrázek 14: Obrázek F25 [17]**

## **10.2 Podnětová sada - deviace**

Druhý typ podnětové sady je nazván jako deviace. Obsahuje celkem patnáct fotografií. Fotografie jsou členěny do šesti fází. V první fázi je opět uveden obrázek rybiček. Ve druhé fázi jsou použity běžně dostupné snímky malých dětí. Na jednom z obrázků je například malé dítě u vody. Třetí fáze obsahuje fotografie mladších dívek, zde bylo nutné opticky rozlišit mladé dívky od starších žen z fyziologické podnětové sady. Toto rozlišení musí být podle názoru lékaře patrné především v intimních partiích. Další fotografie byly vyhledávány pod názvy strach nebo znásilnění. Na fotografiích není zobrazeno vykonání aktu, je ovšem důležité, aby byl zobrazen strach v obličeji obětí. Právě tento strach často agresory vzrušuje ze všeho nejvíce. A posledním typem jsou obrázky pod názvem sadomasochismus/sadismus.

Jako příklad je uveden obrázek strach ze znásilnění, v podnětové sadě je tato fotografie označena názvem D12. Na tomto obrázku je dobře v obličeji oběti vidět již dříve zmiňovaný strach, který je pro tuto část sady důležitý.



**Obrázek 15: Obrázek D [19]**

## 11 Programové prostředí LabVIEW

Tento program (celým názvem Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) je platforma vývojového prostředí, kterou vyrábí firma National Instruments. Programuje se zde pomocí jazyka G (vizuální programovací jazyk). Program využívá dvou oken. Okno Block Diagram (blokový diagram) slouží pro vytváření funkčních bloků a ty se sdružují do blokových schémat, s tímto oknem pracuje pouze programátor. Druhé okno – Front Panel (čelní panel) – je okno uživatelské. Na něm si koncový uživatel může nastavovat pomocí tlačítek a ovladačů různé parametry a samotný program spouštět i ukončovat. Program LabVIEW obsahuje také knihovny, pomocí kterých můžeme analyzovat naměřená data [14], [21].

K měření byla použita LabVIEW karta. Výrobní číslo je NI USB-6211, tato karta je z řady M-multifunkční sběr dat (DAQ). Umožňuje 16 analogových vstupů, dva analogové výstupy, čtyři digitální vstupní linky, čtyři digitální výstupní linky, čtyři programovatelné vstupní rozsahy ( $\pm 0,2$  až  $\pm 10$  V) na kanál a digitální spouštění. Karta se pomocí USB portu připojí k počítači. Pro připojení k přístroji slouží svorkovnice [20].



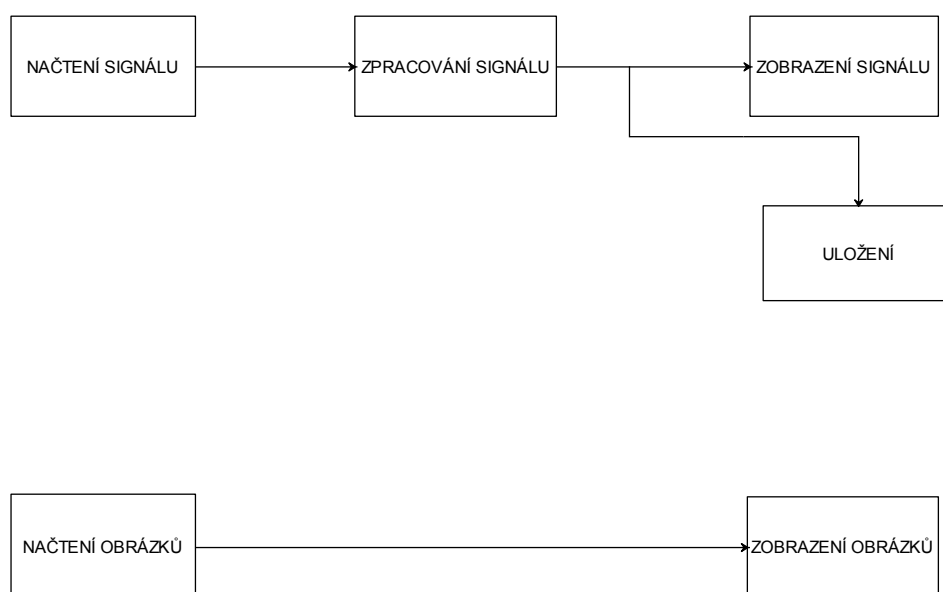
Obrázek 16: Karta NI USB-6211 [20]

## 12 Realizace programu

Pro měření penilní pletysmografie byly navrženy dva menší programy. Navržené programy jsou realizovány v prostředí LabVIEW. První program s názvem *Měření PPG* slouží pro načtení signálu pomocí karty LabVIEW, tento signál je dále zpracován a uložen. Druhý program se jmenuje *Podněty*. Tento program je využit k zobrazení podnětové sady, při níž se měření provádí. Výhodou je, že druhý program může být spouštěn na přídavném monitoru, který pacient sleduje. Oba tyto programy spouští obsluha najednou. Je ale možné, že jeden program se vůči druhému může o sekundu opozdit, toto si můžeme dovolit díky tomu, že pozorujeme velmi pomalé změny. A také aby nedošlo k chybě při měření, je u každé podnětové sady použit jako první obrázek rybiček.

### 12.1 Blokové schéma

Programy jsou navrženy podle blokového schématu (viz obrázek). Tento diagram nám zobrazuje celou VI strukturu. Tok informací se uskutečňuje zleva doprava. Nahoře je zobrazeno blokové schéma prvního programu (*Měření PPG*) a ve spodní části můžeme vidět blokové schéma druhého programu (*Podněty*).

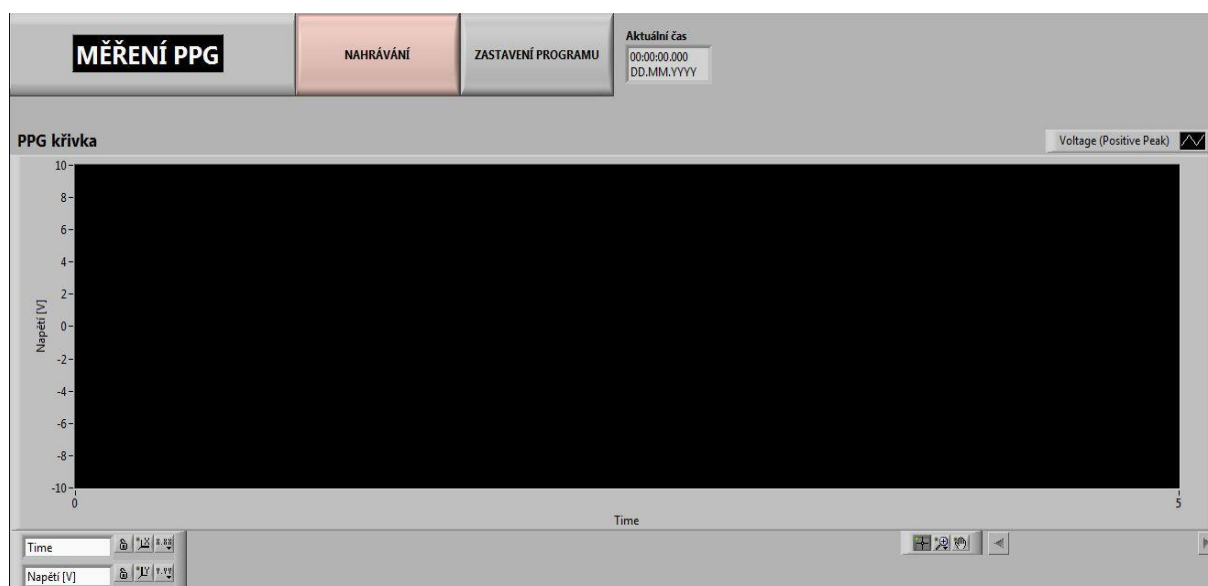


Obrázek 17: Bloková schémata programů

## 12.2 Čelní panel

### 12.2.1 Čelní panel – Měření PPG

První program, jenž slouží pro načtení signálu, má na čelním panelu dvě tlačítka. A to tlačítko *Stop*, které slouží k zastavení programu a tlačítko pro nahrání zobrazeného signálu. Tlačítko pro nahrávání je pro lepší orientaci barevně označeno. Dále je zde pomocí bloku *Waveform chart* zobrazen signál. Tento blok má nastaven mód *Strip chart*, který slouží jako průběžný zapisovač signálu.



Obrázek 18: Čelní panel programu Měření PPG v off-line módu

### 12.2.2 Čelní panel - Podněty

Druhý program využívá bloku *Object Pictures*, ve kterém jsou zobrazeny obrázky z vytvořené podnětové sady. Pomocí *Enum* (pojmenovanému Výběr podnětové sady) se může obsluha přepínat mezi podnětovými sadami. Dále čelní panel ještě obsahuje bloky *Numeric* (s názvem časování), jenž slouží k nastavení času, po který budou obrázky z podnětových sad pacientům zobrazeny.

## 12.3 Blokový diagram

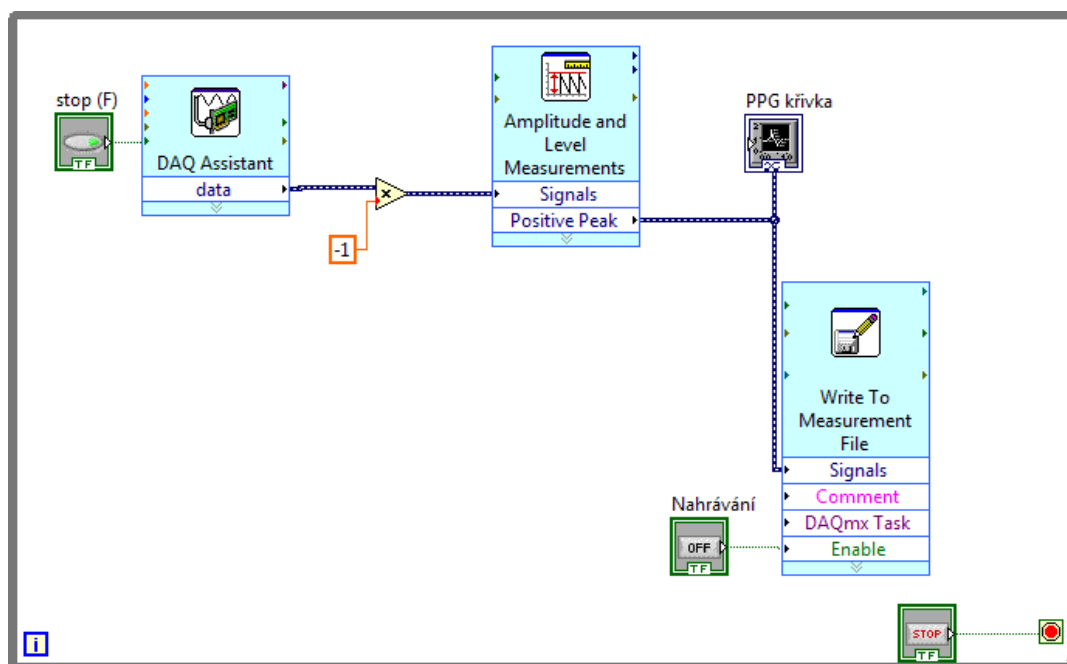
### 12.3.1 Blokový diagram – Měření PPG

Signál se tedy snímá pomocí piezoelektrického snímače, dále projde zesilovačem a pomocí LabVIEW karty se nahraje do počítače. Tato karta nám umožňuje měření v reálném čase. Signál se nahrává pomocí bloku *DAQ Assistant*. Jelikož má signál opačnou fázi, než jakou potřebujeme znát, musíme ho na vstupu vynásobit konstantou o hodnotě mínus jedna. Takto upravený signál dále projde blokem *Amplitude and Level Measurements*. Díky tomuto



bloku se ve výsledném grafu měří pozitivní vrcholy v signálu, které potřebujeme znát. Tento signál je zobrazen pomocí *Waveform chartu* s názvem *PPG křivka*. Z bloku *Amplitude and Level Measurements* vede ještě spojnice do bloku *Write to Measurement File*. Tento blok slouží k ukládání signálu. Na čelním panelu si předem můžeme zvolit, jestli změřený signál chceme uložit, či nikoliv. Naměřená data se ukládají ve formátu TDMS do předem zvolené složky. Výhodou formátu TDMS je, že jej pomocí tabulkového procesoru Excel otevře každý uživatel.

Celý program je pro kontinuální běh uzavřen do smyčky struktury *While Loop*, která může být zastavena pomocí tlačítka *Stop* na čelním panelu. Stisknutím tlačítka *Stop* je zastaven celý program.



Obrázek 19: Měření PPG - Block Diagram

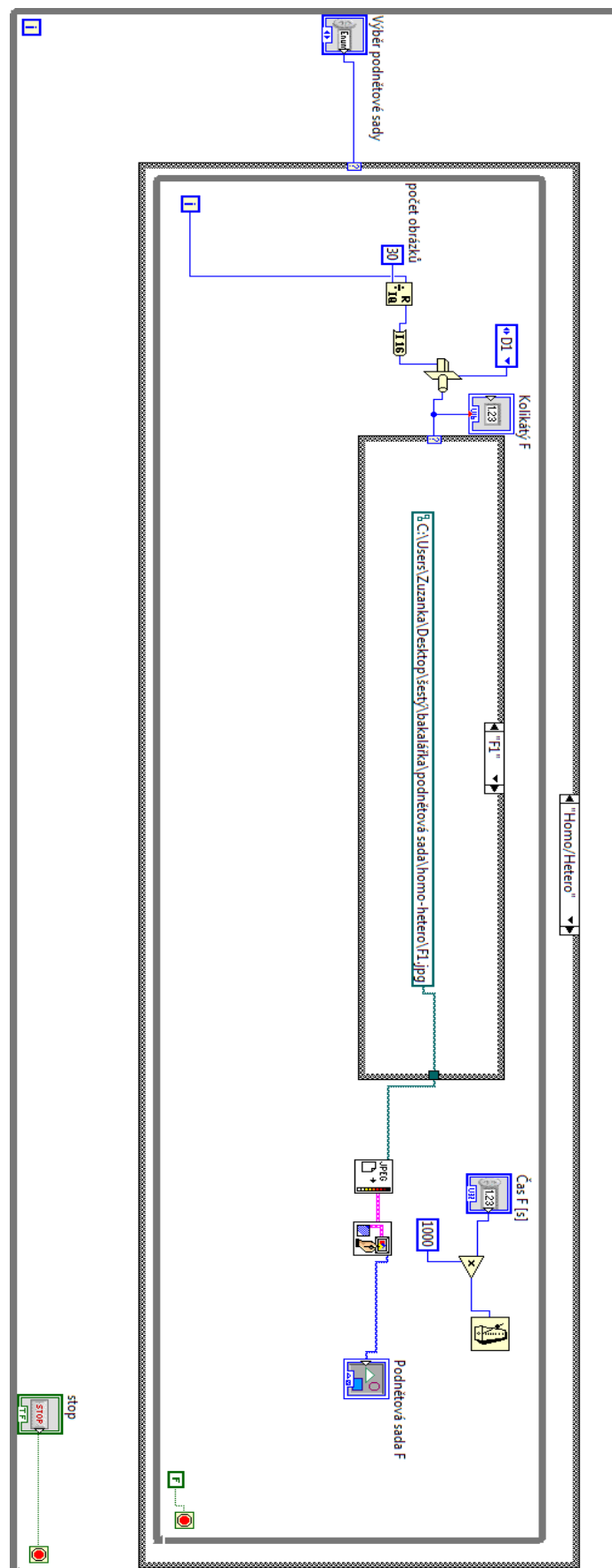
### 12.3.2 Blokový diagram – Podněty

Tento program slouží pouze k zobrazení podnětové sady pro pacienta.

Program *Podněty* sestává ze čtyř struktur, jsou to dvě *While Loop* smyčky a dvě *Case Structure*. Fotografie z podnětové sady se zobrazují cyklicky. Programy v LabVIEW se postupně zanořují do smyček, proto bude popis probíhat zvenčí. V první struktuře se nachází blok *Enum*, který slouží k výběru ze dvou daných podnětových sad, tento blok je připojen ke struktuře *Case*, jenž tenhle výběr umožní. Ve struktuře *Case* musí být zatrhnuta možnost *Auto Grow*, díky které se aktualizují změny ve struktuře. Program v obou možnostech *Case* struktury je koncipován úplně stejně. Ve struktuře se opět nachází smyčka *While Loop*. V této smyčce je důležitý blok *Enum*, pomocí něj se vybírají fotografie z podnětové sady. Ve druhé *While Loop* smyčce se přes funkci *Quotient&Reminder* zajišťuje zbytek po dělení, přivedeme do něj totiž konstantu s počtem obrázků, poté se toto pomocí bloku *Type Cast* přetypuje,

abychom získali hodnotu typu *Enum*, která je nadefinována v konstantě. Blok *Type Cast* je opět připojen ke struktuře *Case*, ze které se vybírají určité fotografie, jež jsou zobrazeny. Ve struktuře *Case* je popsána cesta odkud program fotografie zobrazuje. Na tuto strukturu jsou připojeny bloky: *Read JPEG File*, jenž umožňuje číst program obrázky, *Draw Flattenend Pixmap* a *Object Pictures*.

V čelním panelu je umožněno pomocí bloku *Numeric Control* nastavit čas, po který bude fotografie pacientovi zobrazena. Toho se využívá díky bloku *Wait Until Next ms Multiple*, který byl vynásoben konstantou o hodnotě tisíc, aby se daný čas mohl zapisovat v sekundách.



Obrázek 20: Podnět - Block Diagram

## 13 Měření a jeho vyhodnocení

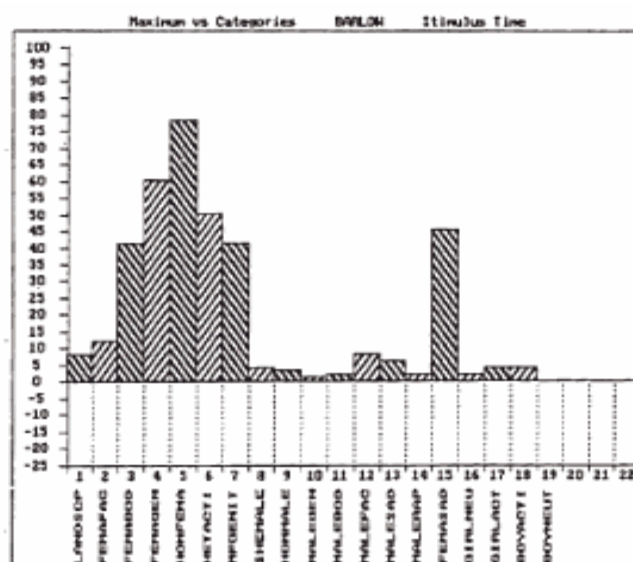
### 13.1 Průběh měření

Měření proběhlo dne 14. 5. 2013. K měření bylo využito dvou dobrovolníků, každý z nich testoval jinou podnětovou sadu. Mezi jednotlivými pokusy byl PPG snímač vydesinfikován. Dobrovolníci byli předem poučeni o tom, jak se mají během měření chovat: nesmí během měření manipulovat se snímačem, musí sedět v klidu a snažit se nehýbat, nesmí se nechat ničím rozptylovat a plně se soustředit na podnětovou sadu po celou dobu měření. Po konzultaci s paní primářkou ze sexuologie a po dohodě s vedoucím práce se měření uskutečnila v domácím prostředí dobrovolníků. A to z důvodu, aby nedošlo u dobrovolníků k psychickým blokům (stud, nesoustředěnost, stres), které by mohly mít za následek zkreslení měření. Jako první proběhlo měření s podnětovou sadou pro diagnostiku deviací, celkový čas měření byl něco přes čtyři minuty. Fyziologická sada, která obsahuje 30 fotografií, trvala přibližně dvojnásobnou dobu.

Dobrovolníci byli usazeni do křesla. Sami si nasadili PPG snímač. Čas pro zobrazení jednotlivých obrázků podnětových sad byl zvolen 16 sekund. Po zapnutí programů až do konce experimentu byli dobrovolníci zanecháni v místnosti o samotě.

### 13.2 Vyhodnocení

#### 13.2.1 Vyhodnocení sady deviace

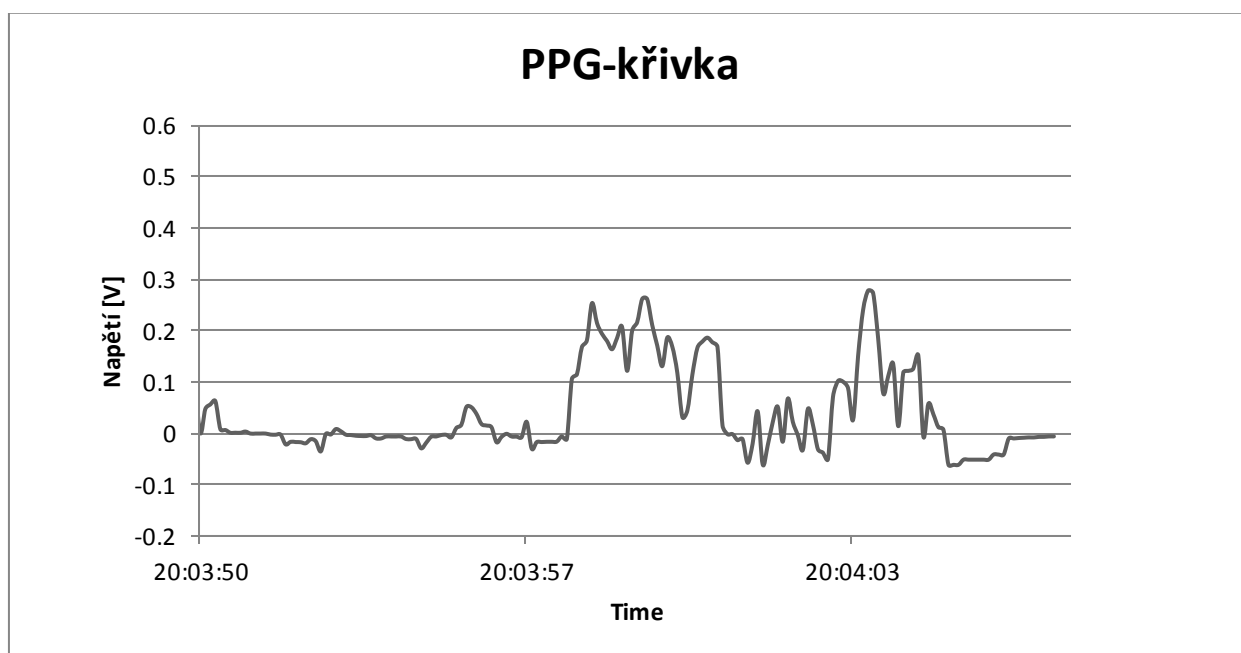


Obrázek 21: Graf PPG [7]

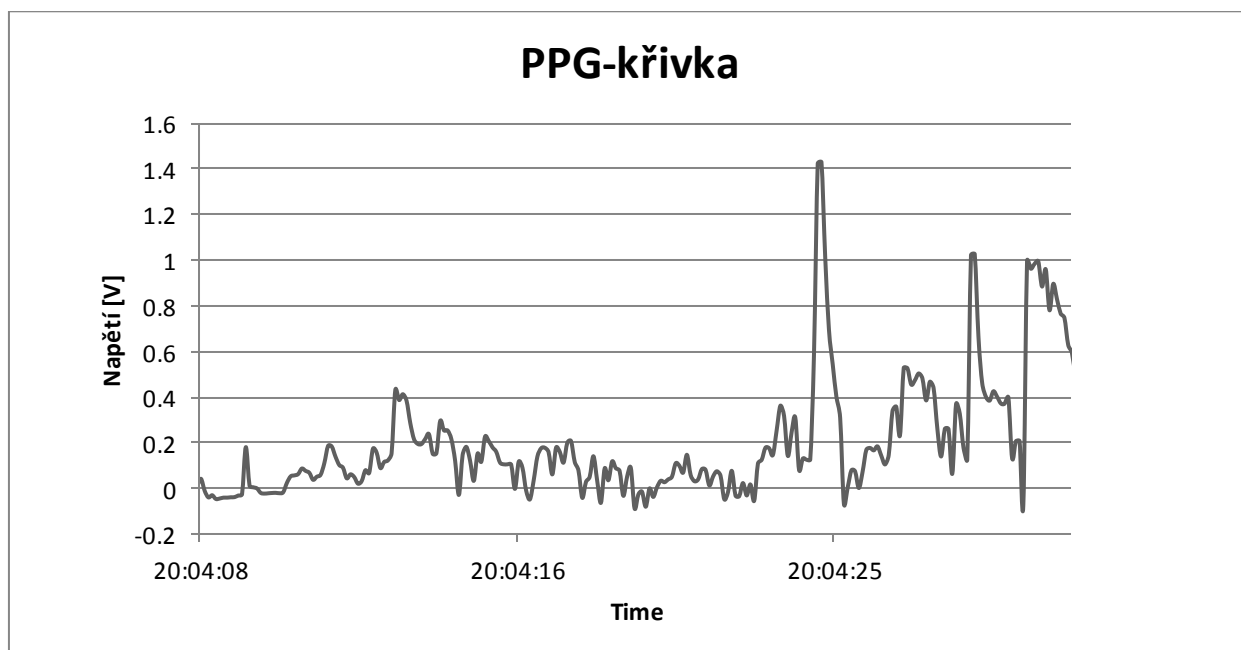
Na obrázku výše je graf, který znázorňuje typický průběh PPG křivky heterosexuálního muže se sadomasochistickou vlohou. Muž totiž vykazuje největší aktivitu ze začátku měření, kdy se mu ukazovali snímky s dospělými ženami. Další velká aktivita je také

ukázána v kategorii 15, kdy mu byl zobrazen podnět ženy v sadistické roli, z čehož vyplývá, že má tento muž masochistickou vložu [7].

Naměřená data, jak bylo výše zmíněno, lze otevřít v programu Excel. Z experimentálních dat byl poté sestaven graf. Na následujícím obrázku je ukázka grafu, který byl získán při měření dat PPG křivky s podnětovou sadou Deviace. Tato ukázka je vyjmuta z oblasti sadomasochistických podnětů.



**Obrázek 22: PPG-křivka: deviace I. část**



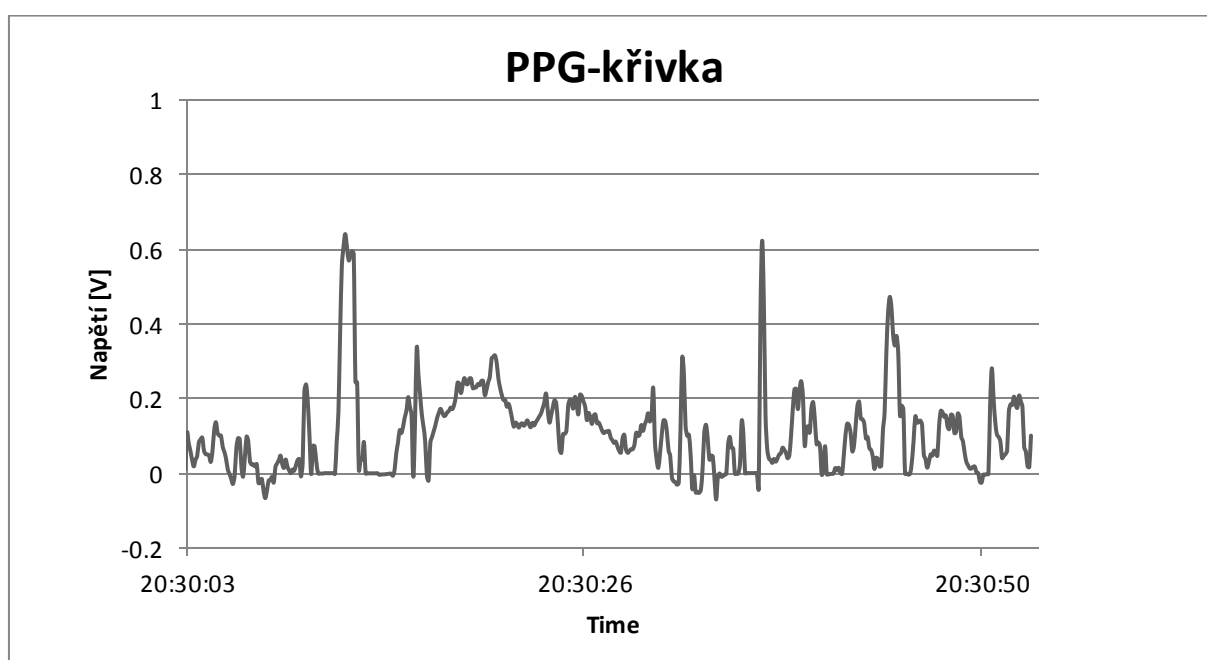
**Obrázek 23: PPG-křivka: deviace II. Část**

Jak lze z ukázek usoudit, tak tento dobrovolník reaguje na určité podněty z této oblasti. Bohužel nejde říci, zda tyto podněty jsou natolik velké, abychom mohli usoudit, že se jedná u

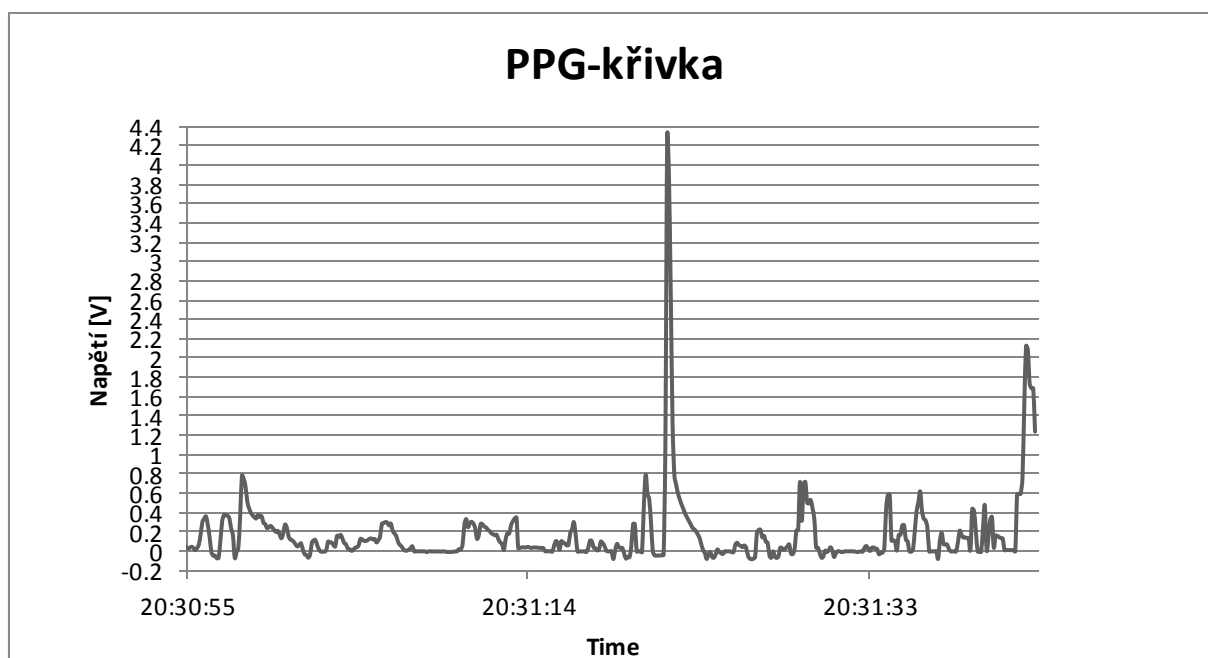
tohoto dobrovolníka o nějakou sexuální preferenci. Jak lze však vidět na obrázcích z fyziologické sady, tak se zřejmě o vysoké výchylky nejedná. Během měření totiž mohlo dojít k chybě, např. pacient se výrazně pohnul, čímž mohl ovlivnit měření. Pro stanovení správné diagnózy by bylo nutné měření alespoň jednou zopakovat.

### 13.2.2 Vyhodnocení fyziologické sady

Na dalších grafech je vidět, že reakce na ženské podněty jsou mnohem silnější než reakce na masochistické podněty. Opět ale nemůžeme z těchto dat usoudit přesnou diagnózu sexuální preference, jelikož neexistuje k této metodě porovnání s ostatními metodami. Reakce tohoto dobrovolníka byla na ženské podněty ale mnohonásobně vyšší než na podněty homosexuální, takže z tohoto lze usoudit, že dobrovolník dává přednost ženám před muži.



Obrázek 24: PPG-křivka: Fyziologické I. Část



**Obrázek 25: PPG-křivka: Fyziologické II. Část**

### 13.2.3 Shrnutí měření

Výhodou piezoelektrického snímače oproti např. kapacitnímu je, že snímá objektivně změny, které v penisu při erekci nastávají. Abychom mohli naše experimentální data správně vyhodnotit, tak bychom museli mít k dispozici větší množství naměřených dat. Dále by bylo zapotřebí tato data za pomoci odborníka správně porovnat s daty, která jsou měřena pomocí jiných senzorů, a tím je i správně standardizovat. Důležitá je i správná spolupráce vyšetřovaných osob, jejich výrazným pohybem totiž může dojít ke značným chybám měření.

Citlivost piezoelektrického snímače se podle výsledků měření zdá být dostatečná, ale muselo by se experimentálně získat více dat, aby se zjistilo, zda lze tento snímač v praxi využívat.

## 14 Závěr

Tato práce se věnuje problematice penilní pletysmografie. V teoretickém úvodu je popsána historie této metody, jež vznikla v 60. letech 20. století. Tato metoda pracuje na principu objemových změn mužského pohlavního orgánu. Metoda je pouze doplněk k celkovému sexuálnímu vyšetření. V práci je zhodnoceno, jakým způsobem pracuje diagnostický systém, který pro toto měření využívá Sexuologické oddělení fakultní nemocnice Brno a jaké jsou jeho nedostatky. Zde je nutno podotknout, že ne všechny nedostatky lze reálně vyřešit.

Hlavním úkolem bakalářské práce bylo sestavit funkční piezoelektrický snímač pro penilní pletysmografii a ověřit jeho funkčnost. Samotné sestavení snímače je popsáno v osmé kapitole. Jeho funkčnost byla vyzkoušena jen v experimentálních podmínkách. Jako nejlepší senzor pro snímač byl vybrán typ klasického piezoměniče bez pouzdra. Z dalších výsledků pokusů vyplynulo, že pro jeho funkci bude nezbytné sestavit zesilovač. Návrh a sestavení zesilovače je popsáno v deváté kapitole. Snímač se k zesilovači připojuje pomocí konektoru, čímž lze jednoduše měnit různé snímače. Optimálním řešením při PPG měření by byly snímače o třech různých velikostech, snímače by se měnily dle velikosti údu vyšetřovaného. Pro potřeby této bakalářské práce byla využita pouze jedna velikost snímače, který byl udělán na míru.

Pro měření PPG křivky byly vytvořeny dva programy v prostředí LabVIEW. První program s názvem *Měření PPG* umožňuje pomocí měřicí karty LabVIEW v reálném čase měřit objemové změny pohlavního údu. Druhý program *Podněty*, slouží k zobrazení podnětové sady vyšetřovanému pacientovi. Tento program může být spouštěn na přídavném patientském monitoru. Popis obou programů je obsažen ve dvanácté kapitole.

Důležitou součástí této práce bylo provést experimentální měření na dobrovolníkovi. Pro potřeby práce byly vytvořeny dvě podnětové sady. První slouží k diagnostice homo/hetero sexuality, je rozdělena na dvě části: první část se skládá z fotografií žen (heterosexualita), druhá část je složena z fotografií mužů (homosexualita). Další podnětová sada byla vytvořena pro diagnostiku deviací. Tato je složena také z více částí: pedofilní části, sadomasochistické části a sadistické části.

Experimentální měření proběhlo v úterý 14. 5. 2013. Měření se zúčastnili dva dobrovolníci. První dobrovolník testoval snímač na podnětovou sadu pro diagnostiku homo/hetero sexuality (fyziologické podněty) a druhý dobrovolník piezoelektrický snímač testoval na sadu k diagnostice deviací. Výstupy z měření jsou uloženy v prostředí Excel a budou přiloženy na CD. Z naměřených dat jsou vytvořeny grafy, které zobrazují průběh PPG měření. Výřezy z těchto grafů jsou v práci použity ve třinácté kapitole. Z ukázky průběhu vyšetření homo/hetero sexuality vyplývá, že dobrovolníková sexuální preference je zaměřena na ženy.

Křivky z experimentálně naměřených dat ale nelze více ohodnotit, můžeme pouze porovnávat rozdíly odezev na jednotlivé části podnětové sady. Kdy lze například zjistit, že



první dobrovolník dává přednost ženám a ne mužům (viz výše). A druhý dobrovolník reagoval pouze v sadomasochistické části.

Důležité je poukázat, že během experimentálních měření mohlo dojít k chybám, které měření zkreslují. Tyto chyby mohou být následkem pohybových artefaktů. Dobrovolníci byli sice před měřením poučeni, že během experimentu se nesmí pohybovat ani nijak manipulovat se snímačem, ovšem po celou dobu snímání byli v místnosti osamoceni. Ale s jistotou nelze tvrdit, že k těmto pohybovým artefaktům došlo.

Výsledkem této práce bylo zjištění, že piezoelektrický snímač by mohl být využit k měření objemových změn - k diagnostice penilní pletysmografie.

## Seznam použité literatury

- [1] FIALA, Jaromír. Biologie III.: Anatomie a fyziologie člověka. 1. vydání. Boskovice: František Šalé - ALBERT, 2005. ISBN 80-7326-058-1.
- [2] GETA V.O.S. Sexuologický pletysmograf - SP I. Praha, 2007.
- [3] KRATOCHVÍL, Stanislav. Sexuální dysfunkce. 3., dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 80-247-2476-6.
- [4] Pohlavní orgány. Dospívání [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://dospivani.ic.cz/PROJ/kluci/pohlorg.htm>
- [5] PAVLOVSKÝ, Pavel. Soudní psychiatrie a psychologie. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009, 226 s. Psyché (Grada). ISBN 978-802-4726-182.
- [6] VLACH, Jaroslav, Josef HAVLÍČEK a Martin VLACH. Začínáme s LabVIEW. 1. vyd. Ilustrace Viktorie Vlachová. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 247 s. ISBN 978-80-7300-245-9.
- [7] WEISS, Petr. Sexuologie. Vyd. 1. Praha: Grada, 2010, xiii, 724 s. ISBN 978-802-4724-928
- [8] WILHELM, Zdeněk. A KOL. Stručný přehled fyziologie pro bakalářské studijní programy. 3. vyd. Brno: MU Brno, 2005. ISBN 10: 80-210-2837-8.
- [9] ŽOURKOVÁ, Alexandra. Klinická sexuologie. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2002, 34 s. ISBN 80-210-2795-9.
- [10] KOLÁŘ, Radim. *Lékařská diagnostická technika*. Brno, 2006. Skriptum. VUT v Brně.
- [11] BEJČEK, Ludvík. Senzory neelektrických veličin [online]. Brno, 2005 [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: [http://www.umel.feec.vutbr.cz/VIT/images/pdf/studijni\\_materialy/ing/Senzory\\_neelektrickyh\\_velicin\\_S.pdf](http://www.umel.feec.vutbr.cz/VIT/images/pdf/studijni_materialy/ing/Senzory_neelektrickyh_velicin_S.pdf)
- [12] VLK, Miloš, Lubomír HOUFEK, Pavel HLAVOŇ, Petr KREJČÍ, Vladimír KOTEK a Jiří KLEMENT. Experimentální mechanika [online]. Brno, 2003 [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: [http://www.umt-old.fme.vutbr.cz/\\_studium/\\_opory/Experimentalni\\_mechanika.pdf](http://www.umt-old.fme.vutbr.cz/_studium/_opory/Experimentalni_mechanika.pdf)
- [13] HRAZDIRA, Ivo a Vojtěch MORNSTEIN. Lékařská biofyzika a přístrojová technika. 1. vyd. Brno: Neptun, 2001, 381 s. ISBN 80-902-8961-4.
- [14] ŽÍDEK, Jan. Grafické programování ve vývojovém prostředí LabVIEW: Výuková skripta [online]. Ostrava, 2002 [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: [http://autnt.fme.vutbr.cz/lab/FAQ/labview/VI\\_Skripta.pdf](http://autnt.fme.vutbr.cz/lab/FAQ/labview/VI_Skripta.pdf)
- [15] Signal Conditioning Piezoelectric Sensors. In: *TEXAS INSTRUMENTS* [online]. 2000 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/an/sloa033a/sloa033a.pdf>
- [16] *Zvířata z celého světa* [online]. 2010 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://simkova.klara14.sweb.cz/>
- [17] *PinkGO* [online]. 2007 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.pinkgo.cz/>

- [18] *Luxusní spodní prádlo* [online]. 2010 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://luxusni-pradelko.webnode.cz/>
- [19] Znasilnění. In: *Deník.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: [http://g.denik.cz/30/d4/znasilneni2\\_ilu\\_st\\_impuls-435.jpg](http://g.denik.cz/30/d4/znasilneni2_ilu_st_impuls-435.jpg)
- [20] *National Instruments* [online]. 2013 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://czech.ni.com/>
- [21] LabView user manual. In: *National Instruments* [online]. 2003 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.ni.com/pdf/manuals/320999e.pdf>